Pittieria 37 (2013): 41-51

ESTUDIO ECOANATÓMICO DE CUATRO ESPECIES ARBÓREAS DE MALVACEAE EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CAPARO, ESTADO BARINAS (VENEZUELA)

Ecoanatomical study of four species of Malvaceae in Caparo Experimental Station, Barinas state (Venezuela)

Luis E. Gámez A.

Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Laboratorio de Dendrología. lgamez@ula.ve.

Resumen

Se estudió la anatomía foliar y xilemática de cuatro especies de Malvaceae en la Estación Experimental Caparo (estado Barinas): *Guazuma ulmifolia, Herrania albiflora, Sterculia apetala* y *Theobroma cacao,* para conocer sus posibles adaptaciones en respuesta a las condiciones ambientales prevalecientes en dicha localidad geográfica. Las hojas se caracterizaron por presentar tricomas estrellados, cavidades secretoras mucilaginosas y haces vasculares rodeados de vaina vascular, mientras que en el leño se encontraron estructuras estratificadas de algunos elementos, radios de dos tamaños y parénquima abundante. Las características foliares de *Sterculia apetala* y *Guazuma ulmifolia* corresponden a hojas de sol; mientras que *Herrania albiflora* desarrolla hojas de sombra y las de *Theobroma cacao* son intermedias. Las características anatómicas foliares son mesomorfas. En el tejido xilemático los índices de vulnerabilidad y mesomorfía, indican condición mesomórfica y sistema de conducción orientado hacia la eficiencia.

Palabras clave: anatomía, ecoanatomía, hoja, mesomorfía, xilema secundario, Malvaceae, Caparo.

Abstract

Leaf and wood anatomy of four species of Malvaceae from the Caparo Experiment Station (Barinas state) were studied: *Guazuma ulmifolia, Herrania albiflora, Sterculia apetala, Theobroma cacao* and its adaptations to the prevailing environmental conditions in that geographic locality. The leaves of the four species studied were characterized for stellate hairs, mucilage secreting cavities, and lingering vascular sheaths. In wood, stratified structure of some elements, rays of two distinct sizes; and abundant parenchyma. *Sterculia apetala* and *Guazuma ulmifolia* have sun leaf type characteristics; while *Herrania albiflora* showed shade leaf characteristics, *Theobroma cacao* featured an intermediate type. The foliar characters of the species were mesomorphic. For xylematic tissue, vulnerability and mesomorphy indexes showed that they have a mesomorphic behavior and a conductive system oriented towards hydraulic efficiency.

Key words: anatomy, ecoanatomy, leaf, mesomorphy, secondary xylem, Malvaceae, Caparo.

Recibido: 06/08/2012- Aceptado: 17/09/2012

Introducción

En Venezuela, las malváceas están representadas por especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, distribuidas en bosques húmedos y secos tropicales, así como en bosques secos y húmedos premontanos (Veillon 1994) y se han reportado 64 géneros y 272 especies, incluyendo 2 géneros (*Rojasimalva* y *Uladendron*) y 37 especies endémicas (Fernández-Alonso 2003; Cristóbal 2004; Dorr 2004a, 2004b); de igual manera indican que dentro de esta familia, las Byttnerioideae y Sterculioideae, están representadas por unas 18 especies arbóreas ubicadas en los géneros *Guazuma, Herrania, Pterygota, Sterculia* y *Theobroma*. Hernández & Guevara (1994) señalan que de estas dos subfamilias, en la Estación Experimental Caparo se encuentran representantes del 80% de los géneros arbóreos presentes en el país, faltando sólo del género *Pterygota*. Las especies reportadas son *Guazuma ulmifolia* Lam., *Herrania albiflora* Goudot, *Sterculia apetala* (Jacq.) H.Karst. y *Theobroma cacao* L., siendo esta última introducida en la zona.

Solereder *et al.* (1908) indican que estas subfamilias se caracterizan por tener hojas bifaciales, de células epidérmicas grandes, algunas veces con una pequeña capa de cutícula, cristales prismáticos pequeños en el mesófilo, pelos simples (unicelulares), glandulares y estrellados, destacándose la presencia de pelos estrellados y cavidades secretoras lisígenas; mientras que el xilema se caracteriza por tener porosidad difusa, radios medulares de diferentes tamaños, platinas de perforación simples y parénquima abundante. En Venezuela se han realizado varios trabajos importantes en estas especies, destacando entre éstos el de Mondragón & Raymúndez (2003), donde presentaron la descripción anatómica foliar de nueve especies del género *Sterculia.* Mondragón (2005) estudió el valor taxonómico de los caracteres morfológicos vegetativos y reproductivos, la anatomía del pecíolo y de la epidermis foliar, así como la morfología de la exina del polen del género *Sterculia* en Venezuela. Con relación a la madera, se han realizado descripciones para *Sterculia apetala* (León & Espinoza de P. 2001), *S. pruriens* (Corothie 1967; Pérez 1969).

Esau (1959), Castro *et al.* (1982), Roth (1990) y Flores-Vinda (1999) manifiestan que la luz es uno de los factores particularmente importantes que afecta el desarrollo y adaptación de las hojas en las plantas, siendo las hojas expuestas al sol más gruesas que las que se encuentran a la sombra, inclusive en un mismo individuo; además, las hojas presentan mayor pubescencia y desarrollan láminas de menor tamaño. Herrera *et al.* (2003) realizaron el estudio morfoanatómico en hojas de *Theobroma cacao* bajo condiciones de luz y sombra, encontrando que las hojas de sombra presentan mayor desarrollo del pecíolo y lámina foliar, mientras que en las hojas expuestas a la luz los estomas son más pequeños y el parénquima en empalizada y esponjoso son de mayor grosor. Carlquist (1977) señala que la anatomía xilemática es una buena herramienta para determinar las tipologías ecológicas y establece los índice de vulnerabilidad (IV) y mesomorfía (IM) indicando que valores mayores de la

unidad para el índice de vulnerabilidad y mayores de 200 para el de mesomorfía corresponden a tipologías mesomórficas, mientras que valores inferiores a lo señalado son indicativos de tipologías xeromórficas.

Los índices de vulnerabilidad y mesomorfía han sido cuestionados porque los caracteres involucrados están relacionados con aspectos evolutivos y los valores presentan un amplio rango de variación, sin embargo, son los únicos propuestos para determinar las relaciones expuestas anteriormente (Lindorf 1994). En Venezuela se han realizado algunos trabajos donde se relacionan las características xilemáticas y el medio ambiente tomando los índices de Carlquist (1977) como patrón de comparación (Pérez 1989; López *et al.* 1995; Silva 1991; Lindorf 1994, 1997; Araque & Gámez 2004; Araque & León 2006; León 2001, 2005). Sin embargo, para especies de las subfamilias Byttnerioideae y Sterculioideae sólo se tienen los datos reportados para *Guazuma ulmifolia* en el bosque El Caimital del estado Barinas (León 2005). Por tal razón, son necesarios más estudios que permitan ampliar el conocimiento de las especies nativas y la relación de sus estructuras con el medio ambiente. Este trabajo tiene como objetivo profundizar el conocimiento de la anatomía foliar y xilemática de las especies arbóreas de estas dos subfamilias en la Estación Experimental Caparo, estado Barinas (Venezuela), en respuestas a las condiciones ambientales en dicha localidad geográfica.

Materiales y métodos

Se trabajó con muestras de madera y hojas de *Guazuma ulmifolia* Lam., *Herrania albiflora* Goudot, *Sterculia apetala* (Jacq.) H.Karst. y *Theobroma cacao* L., colectadas en la Estación Experimental Caparo, al Sur-Oeste del estado Barinas, entre los 7° 18’ – 7° 36’ latitud N y 71° 11’ - 70º 00’ longitud W; a una altitud promedio de 140 msnm, precipitación media anual de 1.753 mm y temperatura promedio anual de 26,4º C (Torres 1976). Según Ewell *et al.* (1968), aplicando el sistema de clasificación de Holdridge, se ubica dentro de la zona de vida correspondiente al bosque húmedo tropical en transición hacia el bosque seco tropical. Para cada especie se escogieron cinco individuos adultos similares en caracteres fenotípicos, como grado de crecimiento y forma de la copa, libres de ataques por insectos o enfermedades. *Theobroma cacao* es una especie introducida en la zona y se colectó en una plantación establecida en 1.974. Las muestras de hojas se extrajeron de las ramas expuestas a la radiación solar, en dirección Este-Oeste. En *Sterculia apetala* y *Guazuma ulmifolia*, se tomaron a una altura aproximada de 8 m y en *Herrania albiflora* y *Theobroma cacao* se hizo aproximadamente a 3 m de altura por ser árboles pequeños que se desarrollan bajo sombra. En cada árbol se recolectaron hojas maduras, completas y sanas. La parte media y apical de cada lámina foliar cortada, se colocó en una solución fijadora de FAA (Johansen 1940). Todas las especies tienen las hojas simples, salvo *Herrania albiflora* que las presenta palmaticompuestas, caso en el cual se extrajeron los folíolos centrales.

Las muestras de madera se tomaron a nivel de la altura de pecho (1,30 m), realizando incisiones hasta una profundidad aproximada de 3,5 cm. Para la preparación del material foliar se siguieron los procedimientos señalados por Johansen (1940). Las secciones transversales y longitudinales se obtuvieron con un micrótomo, realizando cortes a un grosor de 20 μm. Para la tinción se utilizó la técnica de Luque *et al.* (1996). El estudio de las capas epidérmicas se realizó en ambas caras de la hoja, colocando porciones de lámina foliar en hipoclorito de sodio 4%, por un período de 24-36 h para *Sterculia apetala* y *Guazuma ulmifolia* y de 36–72 h para *Herrania albiflora* y *Theobroma cacao.* La coloración se hizo con safranina, alcian-blue y fucsina básica. Las muestras de madera para la determinación del diámetro y frecuencia de poros fueron preparadas de acuerdo a la metodología de Corothie (1967); mientras que para la determinación de la longitud de los elementos de los vasos se preparó tejido macerado utilizando el método de Franklin (1937).

Para la descripción de la anatomía foliar se siguió lo propuesto por Radford *et al.* (1974) y para la madera se tomó como referencia lo indicado por IAWA Committe (1989). Para determinar la tipología (xeromórfica o mesomórfica) foliar de las especies estudiadas se comparó con lo propuesto por Lindorf (1980), Castro *et al.* (1982), Roth (1990) y Flores-Vinda (1999). En el leño se calcularon los índices de vulnerabilidad (IV) y mesomorfía (IM) por Carlquist (1977), utilizando las siguientes fórmulas:

IV = diámetro de poros / poros por mm^2

IM = IV x Longitud de elementos vasculares

Finalmente las muestras botánicas fueron herborizadas y depositadas en el Herbario MER y las de madera se almacenaron en la Xiloteca MERw, ambos de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, de la Universidad de Los Andes (Cuadro 1).

Resultados y discusión

Las cuatro especies estudiadas presentan diferencias en la morfología externa y la anatomía foliar. En *Theobroma cacao* se encontraron tricomas simples, unicelulares, y no tricomas glandulares tal como lo reportan Nakayama *et al.* (1996); en general, todas las especies presentaron cavidades secretoras mucilaginosas en las células epidérmicas adaxiales y en el nervio medio, además de cristales prismáticos y drusas en ambas epidermis, coincidiendo con lo reportado por Solereder *et al.* (1908), Metcalfe & Chalk (1950) para las subfamilias, Nakayama *et al.* (1996) en *Theobroma cacao* y Hussin & Sani (1998) para varias especies del género *Sterculia*. Las hojas de las cuatro especies son hipostomáticas, con estomas del tipo paracítico, salvo *Theobroma cacao,* cuyo complejo es de tipo anomocítico, coincidiendo con lo reportado por Metcalfe & Chalk (1950) y Nakayama *et al.* (1996). Las especies con mayor y menor densidad estomática fueron *Guazuma ulmifolia* y *Herrania albiflora*, con 1.048 estomas/mm^2 y 531 estomas/mm^2 respectivamente. Roth & Mérida de Bifano (1979) exponen que las hojas de los estratos inferiores tienden a presentar menor densidad estomática y estomas de mayor tamaño, esto coincide

Cuadro 1. Especímenes depositados en el Herbario MER y Xiloteca MERw.

ESPECIE	Nº DE ÁRBOL	NÚMERO DE HERBARIO	NÚMERO DE XILOTECA
Guazuma ulmifolia Lam.	1	53170	X6282
	2	53168	X6283
	3	53169	X6284
	4	53399	X6285
	5	53166	X6286
Herrania albiflora Goudot	1	53176	X6292
	2	53177	X6293
	3	53408	X6294
	4	53409	X6295
	5	53178	X6296
Sterculia apetala (Jacq.)H.Karst.	1	53410	X6309
	2	53412	X6310
	3	53185	X6311
	4	53411	X6312
	5	53186	X6313
Theobroma cacao L.	1	53192	X6287
	2	53190	X6288
	3	53171	X6289
	4	53172	X6290
	5	53173	X6291

con lo encontrado en *Herrania albiflora*, especie que se desarrolla bajo el dosel del bosque. *Theobroma cacao* también se desarrolla bajo condiciones de sombra, a pesar de ello no presenta baja densidad estomática, lo cual puede ser debido a que en el sitio de colección existen sólo dos estratos arbóreos poco densos, permitiendo la entrada de mayor cantidad de radiación solar. Es importante destacar que el promedio del largo de los estomas de esta especie se encuentra entre los valores más bajos junto con *Herrania albiflora*. Todas las especies presentan haces vasculares rodeados de una vaina vascular, que se extiende a ambas caras de las láminas, siendo esta vaina parenquimática una estructura de protección fisiológica contra factores ambientales, principalmente a la alta luminosidad (Fontenelle *et al.* 1993).

El espesor de la lámina foliar y foliolar varió entre las cuatro especies; el mayor

grosor en sección transversal se encontró en *Sterculia apetala* y *Guazuma ulmifolia*, estas mismas especies desarrollan mayor grosor del parénquima en empalizada y mayor pubescencia en ambas caras de la lámina foliar, permitiendo categorizarlas como hojas de sol. *Herrania albiflora* y *Theobroma cacao* presentaron menores dimensiones en los caracteres anteriormente expuestos, sin embargo, esta ultima especie presentó mayor grosor del parénquima esponjoso que *Guazuma ulmifolia*, lo cual hace difícil categorizar a *Theobroma cacao* como una hoja de sombra; en cambio *Herrania albiflora* presentó las menores dimensiones en las caras epidérmicas y mesófilo, así como poco indumento, característicos de hojas de sombra (Figura 1). En general, los rasgos foliares de las especies estudiadas se pueden considerar como mesomorfos (Shields 1950; Esau 1959; Johnson 1975; Flores-Vindas 1999). Esto se debe a que no presentan rasgos extremos como respuestas al medio ambiente donde se desarrollan, pudiendo destacar caracteres como cutícula delgada, capas epidérmicas de paredes delgadas, epidermis adaxial conformada por una o dos capas de células, hipodermis ausente, mesófilo bifacial, ausencia de esclereidas, estomas en el envés de las láminas, al mismo nivel de las células epidérmicas abaxiales y cavidades subestomáticas amplias (Fritsch & Salisbury 1961; Flores-Vindas 1999).

En la anatomía xilemática, las características observadas en las cuatro especies estudiadas coinciden con lo reportado por Metcalfe & Chalk (1950) para las subfamilias Byttnerioideae y Sterculioideae. Con relación a las características cuantitativas, el diámetro promedio de los poros osciló entre un mínimo de 83,07 µm en *Herrania albiflora* y un máximo de 263,63 µm en *Sterculia apetala*, observándose que ésta es la única especie que tiene poros grandes de acuerdo a los criterios establecidos por IAWA Committe (1989), mientras que las otras especies se ubican en la categoría de poros medianos. El número de poros por mm^2 en todas las especies fue menor de 20 poros/mm^2. Estos valores coinciden con los reportados por León (2005) en un bosque seco tropical, donde 80% de 51 especies estudiadas presentaron una densidad de poros por debajo de este valor. Por otra parte, la longitud de los elementos vasculares de todas las especies corresponden a la categoría I (IAWA Committe 1989), coincidiendo con lo expuesto por León (2005), quien comparó los resultados obtenidos en diferentes zonas de vida para este caracter, señalando que a medida que disminuye la cantidad de agua disponible se produce una reducción en la longitud de los elementos vasculares. Los valores obtenidos del índice de vulnerabilidad (IV) y mesomorfía (IM) corresponden a valores superiores a la unidad y a 200 respectivamente, pudiéndose categorizar estas especies como mesomórficas (Cuadro 2). Carlquist & Hoekman (1985), manifiestan que los principales indicadores de mesomorfía son la presencia de poros grandes, poco numerosos, elementos vasculares largos, ausencia de traqueidas y engrosamientos espiralados; todos estos caracteres se presentaron en las cuatro especies estudiadas (Figura 2). León (2005) reportó

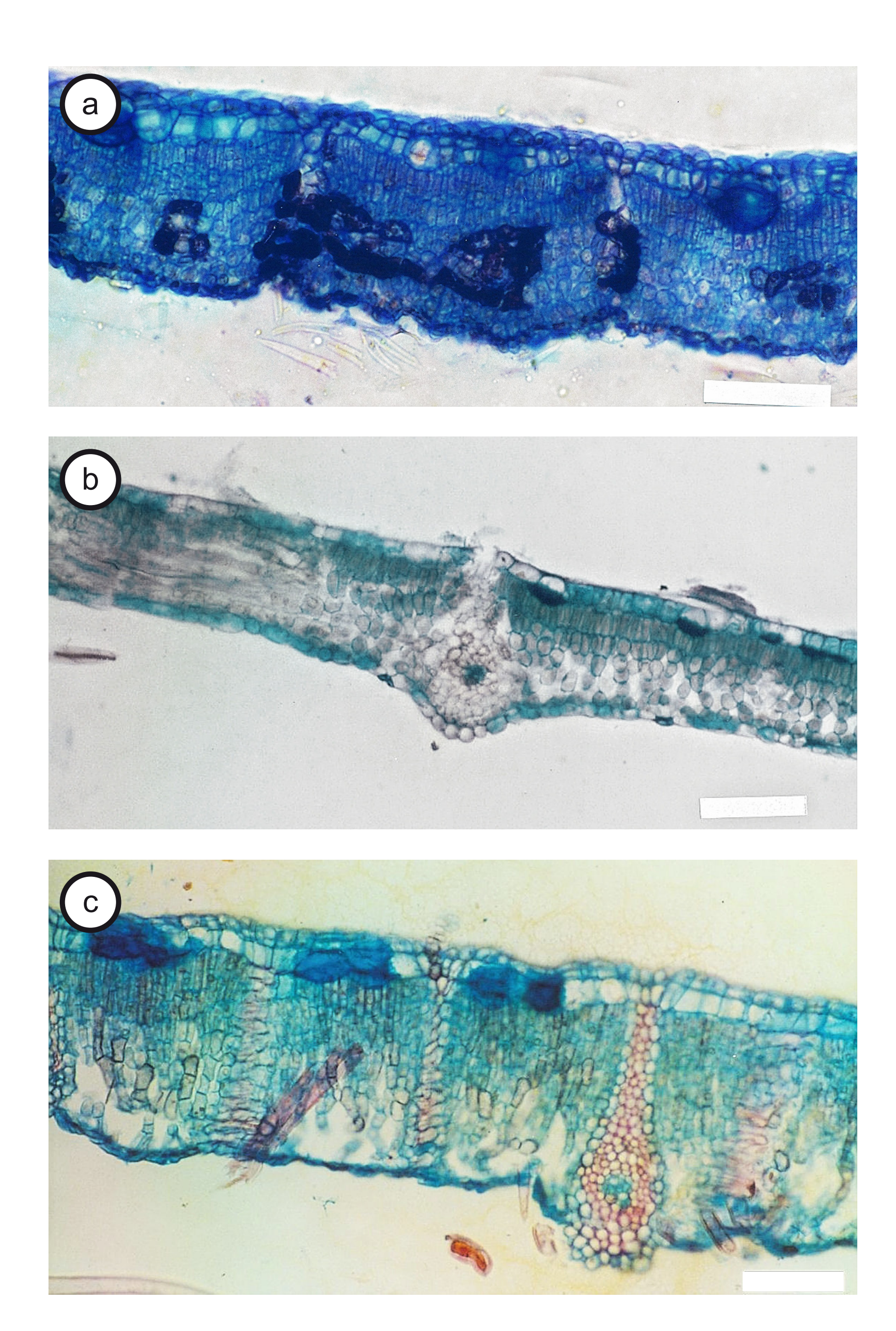


Figura 1. Cortes de las hojas en sección transversal. (a)*Guazuma ulmifolia*. (b)*Herrania albiflora*. (c)*Sterculia apetala.* EAd = Epidermis adaxial. Em = Parénquima en empalizada. Es = Parénquima esponjoso. E Ab = Epidermis abaxial. Cav = Cavidad. Escala = 75 µm.

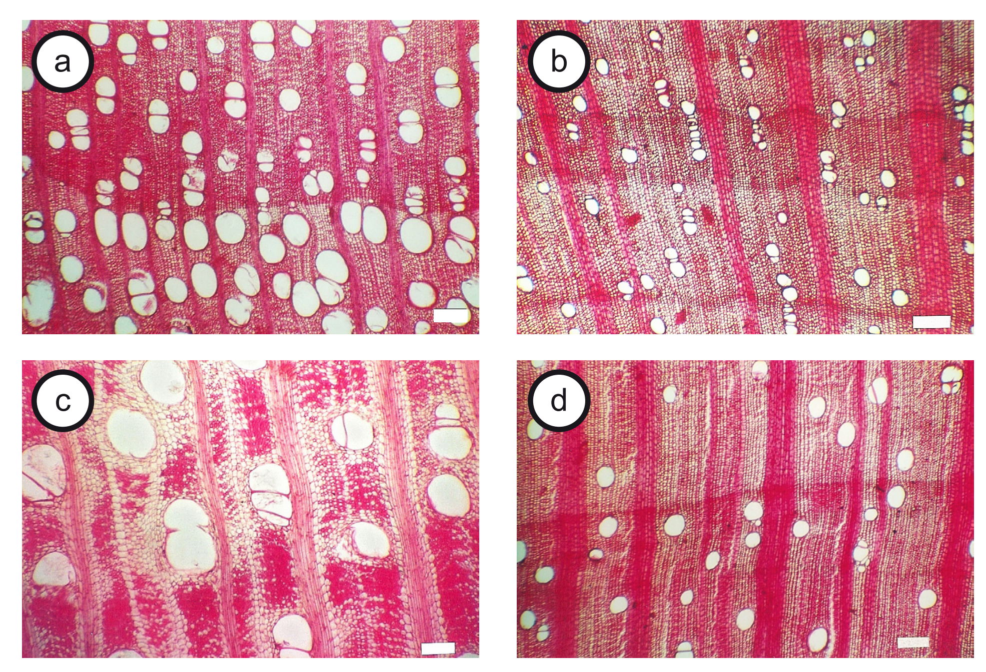


Figura 2. Diferencias entre el tamaño y frecuencia de los poros. (a)*Guazuma ulmifolia*. (b) *Herrania albiflora.* (c)*Sterculia apetala.* (d)*Theobroma cacao*. Escala = 200 µm.

para *Guazuma ulmifolia* un índice de vulnerabilidad de 12,90, siendo este valor más alto al obtenido para esta especie en el presente estudio, que promediaron un IV de 9,43, lo cual es interesante, porque según Ewell *et al.* (1968) el área de estudio se cataloga como bosque húmedo tropical en transición hacia el bosque seco tropical, existiendo mayor disponibilidad de agua y según Zhang *et al.* (1992) el número de vasos aumenta a medida que hay déficit de agua. La amplia variación encontrada en el IM puede ser debida a que la longitud de elementos vasculares fue variable; en

Cuadro 2. Intervalos del diámetro de los poros y longitud de elementos vasculares y Cálculo de los índices de Vulnerabilidad y Mesomorfía en las especies estudiadas.

Especie	Diámetro de poros (µm)	Longitud de elementos vasculares (µm)	Índice de Vulnerabilidad (IV)	Índice de Mesomorfía (IM)
G. ulmifolia	128,66-167,33	134,01-243,66	7,05-12,28	1170,37-3163,78
H. albiflora	77,33-89,33	269-352,66	3,68-6,17	990,60-2048,80
S. apetala	243,66-282,16	278,66-347,66	45,25-88,28	15461,23-24592,90
T. cacao	100,33-125	293,33-325,33	15,36-20	4782,86-6506,67

este sentido, León (2005) indica que este caracter está relacionado directamente con el grado de especialización, por tal motivo, son más confiables los resultados obtenidos en los índices de vulnerabilidad.

Agradecimientos
Al Prof. Williams León H., del laboratorio de anatomía de maderas de la Universidad de Los Andes, por su valioso aporte y asesoramiento en la realización de la presente investigación.

Referencias bibliográficas

ARAQUE, A & W. LEÓN H. 2006. Anatomía comparada del leño de *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae) que crecen en zonas de banco y bajío en la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela). *Rev. Forest Venez*. 50: 9-17.

ARAQUE, O. & L. GÁMEZ. 2004. Anatomía foliar y xilemática de *Ochoterenaea colombiana* Barkley. *Rev. Forest. Venez*. 48: 102-110.

CARLQUIST, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *Amer. J. Bot*. 64: 887-896.

CARLQUIST, S. & D. HOEKMAN. 1985. Ecological wood anatomy of the woody southern flora. *IAWA Bull.* 6: 319-347.

CASTRO, R.; H. LINDORF & G. MORILLO. 1982. Comparación anatómica entre diferentes especies del género *Matelea* (Asclepiadaceae), las cuales crecen en ambiente de bosque húmedo y de bosque seco. *Mem. Soc. Ci. Nat***.** 117(42): 9–31.

COROTHIE, H. 1967. *Estructura anatómica de 47 maderas de la Guayana venezolana.* Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Universidad de Los Andes-Ministerio de Agricultura y Cría. Mérida, Venezuela. 125 p.

CRISTÓBAL, C. 2004. Sterculiaceae. En: *Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela.* (O. Hockhe, P. Berry & O. Huber eds.), pp. 633-636. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas, Venezuela.

DORR, L. 2004a. Malvaceae. En: *Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela*. (O. Hockhe, P. Berry & O. Huber eds.), pp. 458-464. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas, Venezuela.

DORR, L. 2004b. *Tiliaceae*. En: *Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela*. (O. Hocke, P. Berry & O. Huber eds.), pp. 642-644. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas, Venezuela.

ESAU, K. 1959. *Anatomía vegetal.* Ediciones Omega S.A. Barcelona, España.

EWELL, J., A. MADRIZ & J. TOSSI. 1968. *Zonas de vida de Venezuela*. Memoria explicativa del mapa ecológico. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Editorial Sucre. Caracas.

FERNADEZ-ALONSO, J. 2003. Bombacaceae. En: *Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela*. (O. Hockhe, P. Berry & O. Huber eds.), pp. 278-281. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas, Venezuela.

FLORES-VINDA, E. 1999. *La Planta, estructura y función*. Volumen II. Editorial Tecnológica de Costa Rica. San José.

FONTENELLE, B., D. GOMES & R. MACHADO. 1993. Anatomia foliar de *Gomidesia martiana* Berg. e *Gomidesia fenziliana* Berg. (Myrtaceae). *Rev. Bras. Bot.* 16(1): 17-30.

FRANKLIN, G. 1937. Permanent preparations of macerated wood fibres. *Trop. Woods.* 41: 21-22.

FRITSCH, F. & E. SALISBURY. 1961. *Plant form & function*. G. Bell and Sons, LTD. London.

HERNÁNDEZ, C. & J. GUEVARA. 1994. *Especies vegetales de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo.* Cuaderno de Comodato Nº 23. ULA-MARNR. Mérida, Venezuela.

HERRERA, M., T. ROMERO & E. PÉREZ. 2003. *Diferencias morfoanatómicas de hojas de* ***Theobroma cacao*** *L. creciendo bajo dos condiciones de luz*. Memorias del XV Congreso Venezolano de Botánica. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

HUSSIN, K. & Z. SANI. 1998. Comparative leaf anatomical studies of some *Sterculia* L. species (Sterculiaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 127: 159-174.

IAWA Committee. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull.* n.s. 10: 219-332.

JOHANSEN, D. 1940. Plant microtechnique. McGraw Hill, New York.

JOHNSON, H. 1975. Plant pubescense, an ecological perspective. *Bot. Rev*. 41(3): 233–253.

LEÓN, W. 2005. Anatomía ecológica de un bosque seco tropical. *Acta Bot. Venez*. 28(2): 257-273.

LEÓN, W. 2001. Anatomía del leño, aspectos ecológicos y filogenia de mangles en Venezuela. *Revista Forest. Venez*. 45(2): 191-203.

LEÓN, W. & N. ESPINOZA DE P. 2001. *Anatomía de la madera*. Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones. Mérida, Venezuela. 397 p.

LINDORF, H. 1997. Wood and leaf anatomy in *Sessea corymbifolia* from an ecoanatomical perspective. *IAWA J.* 18: 157 – 168

LINDORF, H. 1994. Eco-anatomical wood features of especies from a very dry tropical forest. *IAWA J.* 15: 361-376.

LINDORF, H. 1980. Estructura foliar de quince monocotiledóneas de sombra del bosque nublado de Rancho Grande: I. Bifaciales: Araceae, Maranthaceae y Musaceae. *Mem. Soc. Cie. Nat.* 113: 19–71.

LÓPEZ, H.; ESPINOZA DE P. & W. LEÓN. 1995. Nuevos aspectos anatómicos y ecológicos sobre *Piper nobile* y especies afines. *Pittieria*. 23: 25-34.

LUQUE, R.; H. SOUZA & J. KRAUSS. 1996. Estudio comparativo de dos métodos de cloração de Röeser (1972) modificado por Kropp (1972) visando a subtitição do Azul de Alcião 8 GS ou 8 GX. *Acta Bot. Bras.* 10(2) 199-212.

METCALFE, C. & L. CHALK. 1950. *Anatomy of dicotyledons*. Vol. I. Clarendon Press. Oxford.

MONDRAGÓN, A. 2005. *Taxonomía, anatomía foliar y morfología del polen en* ***Sterculia*** *L. (Sterculiaceae) en Venezuela*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

MONDRAGÓN, A. & M. RAYMÚNDEZ. 2003. *Caracterización anatómica de la epidermis foliar de nueve especies del género* ***Sterculia*** *L. con fines taxonómicos.* Memorias del XV Congreso Venezolano de Botánica. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

NAKAYAMA, L.; M. SOARES & G. APPEZZATO. 1996. Contribuição ao estudo anatomico da folha e do caule do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.). *Sci. agric*. 53(1): 73-79.

PÉREZ, A. 1989. Caracterización ecoanatómica del leño de 40 especies del bosque La Mucuy, Estado Mérida, Venezuela. *Revista Forest. Venez.* 33: 43-51.

PÉREZ, A. 1969. Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana venezolana y clave para su identificación. *Acta Bot. Venez*. 8: 9-109.

RADFORD, A.; W. DICKINSON; J. MASSEY & B. RITCHIE. 1974. *Vascular plants systematics*. Harper & Row, Publishers. New York, USA.

ROTH, I. 1990. *Leaf Structure of a Venezuela cloud forest in relation to the microclimate*. Encyclopedia of Plant Anatomy. Berlin, Germany.

ROTH, I. & T. MÉRIDA DE BIFANO. 1979. Morphological and anatomical studies of leaves of plants of a Venezuelan cloud forest. II. Stomata density and stomatal patterns. *Act. Biol. Venez.* 10(1): 69–107.

SHIELDS, L. 1950. Leaf xeromorphy as related to physiological and structural influences. *Bot. Rev.* 16: 399-447.

SILVA, A. 1991. Anatomía de la madera de ocho especies propias del bosque de galería (vertiente sur) del Parque Nacional El Ávila. *Bol. Soc. Venez. Ci. Nat*. 147: 85-136.

SOLEREDER, H.; L. BOODLE & F. FRITSCH. 1908. *Systematic anatomy of the Docotiledons, a hand book for laboratories of pure and applied botany*. Vol I. Introduction, Polypetalae, Gamopetalae. Oxford at The Clarendon Press. Oxford, United Kindom.

TORRES, A. 1976. *Ensayos de especies latifoliadas en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, estado Barinas*. Tesis de Maestría. Postgrado Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

VEILLON, J. 1994. Especies forestales autóctonas de los bosques naturales de Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano. Segunda Edición. Mérida.

ZHANG, S.; P. BAAS & M. ZANDEE. 1992. Wood structure of the Rosaceae in relation to ecology, habit and phenology. *IAWA Bull*. 13: 307 – 349.